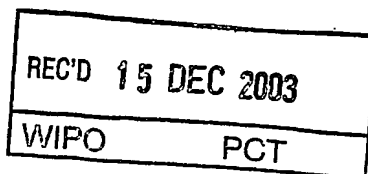


PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen



PCT/SE 08/01736

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande Lars-Berno Fredriksson, Kinna SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0203756-2
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2002-12-17
Date of filing

Stockholm, 2003-11-20

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office


Görel Gustafsson

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

BEST AVAILABLE COPY

KVASER

1

Ink. t. Patent- och reg. verkst

2002-12-17

Anordning vid distribuerat styr- och övervakningssystem. Huvudförordningen

5 Föreliggande uppfinning avser ett distribuerat styr- eller övervakningssystem med
anordning i styr-, övervaknings- och/eller fordonssystem som innefattar lokalt utpla-
cerade (utspridda) och en eller flera funktioner genomförande modulenheter (noder)
samt en eller flera enheterna förbindande förbindelser, varvid respektive modulenhet
är ansluten till aktuell förbindelse via ett anslutningsarrangemang eller en anslut-
ningspunkt och erforderliga kommunikationsorgan, företrädesvis för protokollet
10 CAN.

CAN-systemet (Control Area Network) är numera välkänt i olika sammanhang för
styrning, processer, övervakning, etc. Bl.a. utnyttjas det i olika fordonssammanhang
för att i fordon styra olika processer. Dessutom användes det för funktionsstyrningar i
15 maskinparker, t.ex. inom byggindustrin, vävsalar, etc. Det kan därvid hänvisas till
bl.a. patentlitteraturen och de patentansökningar och patent som lämnats in respektive
erhållits av sökanden av innevarande patentansökan.

20 I anslutning till styr- och övervakningssystem av hithörande slag föreligger en fort-
gående strävan att effektivisera, förbättra och förbilliga systemet som sådant. En
flaskhals för systemprestanda är bussens bandbredd. Hittills har de flesta systemen
baserade på CAN varit uppbyggda på att meddelanden sänts händelsestyrt. Detta med-
för att bussen utnyttjas dåligt och att tiden för meddelandeöverföring varierar kraftigt.
Detta faktum har lett till att CAN allmänt inte anses vara lämpligt för säkerhetskritiska
25 system. Sådana bör baseras på tidsstyrd schemaläggning av meddelandeöverföringar
mellan noderna i systemet. Speciella protokoll för detta har utvecklats, exempelvis
TTP och Flexray. En ny standard för CAN med stöd för tidsschemaläggning är under
utarbetande av ISO ("Controller area network (CAN) B Part 4: Time-triggered com-
munication" ISO/CD 11898-4) vilken föreslår hur CANmeddelande kan tidsschema-
30 läggas och hur klockor för detta kan arrangeras. En översikt och diskussion av ämnet
finns publicerad i tidskriften IEEE Micro July-August 2002
(<http://www.computer.org/micro/>). TTP kan anses bäst svara mot teknikens
ståndpunkt vad gäller distribuerade system med höga realtids- och säkerhetskrav. Det
är ett modernt, avancerat och väldokumenterat protokoll för tidsstyrda system som

KVASER

Ink. 4. Patent- och reg.verket

2

A 12-12-17

Hälsningar från Kvaser

används i farkoster. För detaljerad information hänvisas exempelvis till H. Kopetz, "TTP/C Protocol", TTPTech 1999 som finns tillgänglig på <http://www.ttpforum.org>. Studium av TTP/C visar att det ställs höga krav på att klockorna i respektive modul går inom en hög given tolerans samt att man använder speciella kretsar, så kallade Bus Guardians, för att säkerställa att ingen modul sänder meddelande som kolliderar med andra meddelanden på bussen. Seriella protokoll indelas allmänt i tre klasser: Collision Avoidance (CA), Collision Detection (CD) och Collision Resolution (CR). Definition och gränsdragning mellan klasserna kan variera. TTP är ett typiskt CA protokoll, dvs. alla mått och steg är vidtagna för att undvika kollisioner. Detta är en allmänt accepterad utgångspunkt för traditionella tidsstyrda system. Ethernet är ett bra exempel på ett CD protokoll. Kollisioner uppträder normalt på bussen och upptäcks. Kolliderande meddelanden förstörs och sändarna sänder om meddelandena efter en fördröjning. Protokollet har regler om denna fördröjning så att åtminstone de moduler som kolliderade inte omedelbart kolliderar igen. Kollisionerna ger således upphov till minskad bandbredd samt att maximal fördröjning för ett givet meddelande inte kan beräknas och säkerställas. CAN är exempel på ett CR protokoll. Kollisioner löses upp på ett förutsägbart sätt. Priset för denna egenskap är en låg maximal bandbredd och bland annat därför har inte CAN ansetts vara ett lämpligt protokoll för tidsstyrda system. Vidare har den kollisionsupplösande egenskapen av de flesta experter inte ansetts ha något värde för tidsstyrda system eftersom kollisioner inte skall förekomma.

Traditionellt tidschemalagd sändning av meddelanden anses vara effektivare än händelsestyrd sändning. Dock måste tidsluckan som tilldelas ett meddelande måste vara längre än meddelandet för att ta upp skillnaden mellan modulernas klockor. Figur 1 visar schematiskt ett traditionellt schema med tidsluckor där modulerna A och B placerar in sina meddelanden. Eftersom deras klockor inte går exakt lika med systemklockan placeras meddelandena i praktiken in något tidigare eller senare i tilldelad tidslucka än vad schemaläggningen säger. Detta medför att tilldelad tidslucka i traditionella tidsstyrda system måste vara stor för att onoggranna klockor skall kunna användas i respektive modul vilket innebär förlust av bandbredd, alternativt att mycket noggranna klockor används, vilket medför höga kostnader. Föreliggande uppfinning har till ändamål att lösa bl.a. denna problematik. Vidare är omedelbar omsändning av störda meddelande ej tillåtna i traditionellt tidsschemalagda system

KVASER

Ink. i Patent- och reg.verket

3

2002-12-17

Marknadsdomstolen

- eftersom detta skulle kräva längre tidsluckor. Utdrag ur ISO 11898-4: "Arbitrating time window conflicts are resolved by the identifier arbitration of CAN and a CAN node may not start transmission if the bus is not idle. Several CAN nodes in the network may start a transmission within the Tx_Enable window of an arbitrating time window. The immediate automatic retransmission is disabled". Citatet visar att en
- 5 gängse uppfattning är att automatisk omsändning inte skall förekomma ens i CAN-baserade tidsstyrda system och att en nod inte skall begära start av meddelandesändning om bussen om bussen inte förväntas vara fri. Föreliggande uppfinning har till ändamål att bl.a. tillåta omedelbar omsändning av störda meddelanden.
- 10 Ett kännetecken för uppfinningen är att en CANnod startar sändning när bussen är upptagen (not idle).

- Tidschemastyrd kommunikation kräver att varje nod håller tiden inom en given noggrannhet i förhållande till systemklockan och att varje meddelande sänds/mottages i
- 15 en för respektive meddelande given tidslucka. Detta leder till att kommunikationen blir känslig för störningar och att extra bandbredd måste hållas i reserv för att viktiga meddelanden säkert skall komma fram i tid. En vidareutveckling av uppfinningens grundtanke undanröjer behovet och medger att ett mycket robust kommunikationssystem med förutsägbara egenskaper kan byggas upp. Ett kommunikationssystem som
- 20 uppvisar de respektive fördelar som händelsestyrd och tidsstyrd kommunikation uppvisar gentemot varandra samtidigt som deras respektive nackdelar elimineras kan byggas upp med uppfinningen. Ett robust kommunikationssystem med stor anpassningsbarhet till totalsystemets krav och med "graceful degradation"-egenskaper kan byggas upp med uppfinningen.

- 25 I enlighet med uppfinningens idé löses i ovanstående angivna problem genom att man utnyttjar kända egenskaper hos ett CANmeddelande och genom införande av nya begrepp som virtuellt och reellt schema samt virtuell systemklocka. Uppfinningen är applicerbar på andra protokoll än CAN som uppvisar de använda CANegenskaperna.

- 30 Det som huvudsakligen kan anses vara kännetecknande för en anordning enligt uppfinningen framgår av den kännetecknande delen i det efterföljande patentkravet 1.

KVASER

KVA-1000- och ingångar

4

2002-12-17

Kvaser Kvaser 1000

I sin enklaste form av uppfinningen utnyttjas protokollet CANs egenskap att vid kollision, det meddelande som påbörjat sändningen inte avbryts, utan det kolliderande meddelandet väntar tills bussen åter är fri och då omedelbart påbörjar sändningen. Ett nära nog 100 % utnyttjande av bussbandbredden erhålles med följande metod:

5

1. Ett virtuellt tidsschema upprättas där varje meddelande, åtminstone de som förekommer under normala driftsförhållanden, tilldelas en tidpunkt enligt en virtuell klocka där sändningen av meddelandet vid ideala förhållanden skall påbörjas. Tidsluckan till nästkommande meddelandes sändningspåbörjan kan sättas till ett värde som måste vara större än meddelandets genomsnittliga längd, mätt i tid.

10

2. Varje modul tilldelas ett reellt schema, relaterat till en reell klocka i modulen, för sändning av meddelanden. Tidpunkten för sändning sättes tidigare än den i det virtuella schemat tilldelade.

15

3. De reella klockorna i modulerna relationsställs till den virtuella klockan.

20

4. Sändningarna påbörjas.

25

30

Ovanstående förfarande visar en grundtanke i uppfinningen. Först sker en schemaläggning mot en ideal, virtuell klocka och där varje meddelande ges en tidslucka där det kan sändas utan kollision med annat meddelande. Genom detta så säkerställs att bandbredden är tillräcklig för att överföra önskad information. Nästa problem är att få denna schemaläggning att fungera i praktiken. Det finns många sätt att upprätta en global tid i ett system. I traditionella tidssynkrona system krävs att alla moduler i systemet har en gemensam tidsbas relaterad till en, åtminstone vid varje given tidpunkt, gemensam klocka. En oortodox lösning finns beskriven i kapitel 6.2 i CanKingdom ver. 3.01 där ett meddelande triggar sändning av ett annat meddelande och man därmed kan erhålla en form av tidsschemalagd överföring utan gemensam tidsbas. Varianter av dessa metoder finns diskuterade i artikeln "CAN for Critical Embedded Automotive Networks" i IEEE Micro July-August 2002 på sidan 33 under

KVASER

Ink. t. Patent- och reg.verket

5

2002-12-17

Huvudföreläsningen

Time schedules. I ett system uppbyggt enligt uppfinningen kan de olika noderna basera sin tid på olika referenser och synkroniseras på olika sätt. Det enda som en systemkonstruktör måste se till är att varje nod på ett eller annat sätt relationsställa tidpunkten för sändning och mottagning av meddelanden inom en given tolerans i förhållande till den virtuella klockan och den del av det virtuella schemat som berör respektive nod. Gemensamt för lösningar enligt traditionellt tidschemalagd kommunikation är att sändningsförsöken påbörjas när bussen är fri, dvs. en regel att undvika meddelandekollision. Detta medför att det uppkommer luckor i kommunikationen. Genom att ändra regeln till att meddelandekollision skall förekomma schemalagt, så kan bussbandbredden bättre utnyttjas. Medvetet påbörjas sändningen av ett meddelande i föregående meddelandes tidslucka och kollisionsdetekteringsmekanismen kommer att se till att meddelandet går iväg så snart som den pågående sändningen är avslutad. På så sätt uppnås högsta möjliga bandbreddsutnyttjande. Detta tankesätt bryter radikalt mot gängse grunduppfattning och motiverar ett klarläggande. I gängse uppfattning utgår man från att tiden i sig utgör grunden för tidsluckornas längd och läge, inte den tid ett meddelande upptar på bussen. Schemat kan ses som liggande fast i den gemensamma, ideala, systemtiden och alla praktiska avvikelser mot denna måste tas upp i schemat genom att meddelandena tilldelas större tidsluckor än den tid de upptar vid sändning. Ett alternativt synsett med samma konsekvens är att schemat ligger synkront med systemtiden. Schemat är således i princip överordnat och oberoende av meddelandens uppträdande på bussen. Driften i respektive lokal klocka medför att avvilkelsen dem emellan ökar med tiden och ju längre tid som förflyter mellan synkronisering av klockorna, ju större tidslucka måste tilldelas respektive meddelande. Genom att istället se till den verkliga tid som ett meddelande upptar på bussen och låta schemat variera gentemot den gemensamma, ideala, systemtiden, i beroende av sända meddelandens uppträdande på bussen, så kan meddelandena packas hårdare vid schemaläggningen. Den tid som respektive meddelande upptar på bussen varierar mycket lite mellan de olika modulerna enär klockornas drift sinsemellan ger upphov till ett mycket litet fel. (Detta gäller i synnerhet för system enligt CANprotokollet då varje CAN Controller resynkroniserar sin klocka gentemot lästa bitsignaler på bussen.) Detta nya synsätt medför också att det reella schemat för hela systemet kommer att oscillera (jittra) beroende på hur lång "förtändning" som åsätts, meddelandenas längd, de lokala klockornas avvikelse från

KVASER

Ink. & Färd- och reg.verket

6

7-10-17

Mått för klockan

den virtuella idealtiden samt förekomsten av tomma tidsluckor. Maximal tolerans uppnås om den nominella tidpunkten för sändning sätts till halva föregående tidslucka enligt det virtuella schemat och att maximal avvikelse mellan den virtuella klockan och sändande respektive mottagande modulers klockor är mindre än halva tidsluckan för meddelandet. En mottagande modul tolkar då ett meddelande som påbörjas inom föregående tidslucka enligt det virtuella schemat och avslutas inom aktuell tidslucka som tillhörigt aktuell tidslucka. Genom att på detta sätt lägga tolerans på det verkliga schemat istället för på meddelandets uppträdande inom schemat skapas ett effektivare utnyttjande av tillgänglig bandbredd med bibehållande av tidsschemalagda systems fördel av att meddelandets identitet kan avgöras med var det uppträder i schemat. Om CAN-protokollet används, så måste "förtändningen" minskas med åtminstone en bit-tid för att säkerställa att inte arbireringsfunktionen träder i kraft vid kollision.

Genom att förse varje meddelande med en unik identitet, så erhålles en redundans i kommunikationen som kan utnyttjas på olika sätt. Om kommunikationen konstrueras för att meddelanden normalt skall återfinnas i givna tidsluckor, så upptäcks lätt om så inte är fallet. Detta finns beskrivet i artikeln "CAN for Critical Embedded Automotive Networks" i IEEE Micro July-August 2002. Ett annat sätt att utnyttja denna lösning är att medvetet låta meddelanden försöka sända i tidsluckor på ömse sidor om den tilldelade tidsluckan. Detta kan ske genom att tillåta en större avvikelse från den virtuella klockan än en halv tidslucka. Meddelanden kommer då att byta plats, men eftersom de har en identitet, så gör detta ingenting. Mottagaren får visserligen vara beredd att ta emot flera meddelanden och sortera ut det rätta, men antalet möjligheter är på förhand begränsade och erforderlig bandbredd är på förhand säkerställd.

Många protokoll, däribland CAN, utnyttjar såkallad "bitstuffing" för att synkronisera bitströmmen. I fallet CAN så kan antalet stuffbitar variera från noll upp till 24 % av antalet bitar i det ursprungliga meddelandet. I ett traditionellt tidsstyrt system så skulle man därför behöva 24 % längre tidslucka än meddelandets nominella längd. Med den i uppfinningen föreslagna lösningen, där tidsluckorna tillåts variera i längd, kan marginalen minskas till 12 %. Alternativt kan tidsluckorna bestämmas till nominell meddelandelängd och att man lägger in tomma återhämtningsluckor i schemat för att kompensera stuffbitarna.

KVASER

Teknisk dokumentation

7

2002-12-17

Hans-Joachim K. Jön

- En bland fackmän förhärskande uppfattning om tidsschemalagda system är att omsändning av störda meddelanden inte får förekomma. I det ursprungliga CAN-protokollet föreskrivs att ett stort meddelande automatiskt skall omsändas. I senare
- 5 utgåva av standarden medges att denna funktion är bortkopplingsbar och den väsentliga anledningen till detta är att man vill använda CAN också i tidsstyrda system. Traditionell lösning på problemet är att man ökar uppdateringsfrekvensen två eller tre gånger för att kompensera för förlorade meddelanden. Detta leder till ett mycket dåligt utnyttjande av bandbredden. I CANSammanhang har föreslagits att man tilldelar en
- 10 dubbelt eller tre gånger så lång tidslucka till meddelandet och tillåter en eller två omsändningar. Andra och tredje tidsluckan tilldelas meddelanden med lägre prioritet. Detta ger ett väsentligt bättre utnyttjande av bandbredden, men har nackdelen att ett eller två meddelanden kan gå förlorade. Genom att låta det reella tidschemat variera, utnyttja oförstörande kollisiondetektering med direkt sändning efter kollisionens
- 15 upphörande och felsignalering samt att använda unik identitet på varje meddelande som tidigare beskrivits, nu också utnyttja CAN-egenskapen att varje identitet är förknippad med en unik prioritet och att ett stort meddelande omedelbart omsändes i förhållande till sin prioritet, så kan man elegant och effektivt lösa problemet med att uppnå effektivare utnyttjad bandbredd. Genom att tillåta den automatiska
- 20 omsändningen och samordna tilldelad tidslucka med meddelandets prioritet, så kan kommunikationens egenskaper skräddarsys efter totalsystemets krav. Om föregående meddelande har högre prioritet än nästkommande, kommer det föregående meddelandet direkt ut på bussen vid omsändning. Förlorande meddelande kommer att kämpa med efterföljande meddelande på samma sätt. Om alla följande meddelanden
- 25 har fallande prioritet, kommer en omsändning att medföra att följande meddelanden skiftas en tidslucka. Om det efterföljande meddelandet har högre prioritet än det störda, så kommer det störda meddelandet inte ut förrän det möter ett meddelande med lägre prioritet eller att bussen blir fri. Normal förekommer störda meddelanden sällan. Det anses allmänt att om det förekommer mer än ett stort meddelande bland
- 30 1000, så är det ett tecken på ett systemproblem. Med den föreslagna uppfinningen kan man därför i praktiken erhålla nära nog ett 100 % bussutnyttjande med en kort och väl predikterbar väntetid för varje meddelande.

KVASER

KVASER

8

2 1-11-02

KVASER

Genom att konstruera systemet att det tillåter meddelanden att skifta position i det virtuella schemat inom givna gränser, så kan man tillåta att alarmmeddelanden sänds icke schemalagt, även om man utnyttjar i stort sett hela den tillgängliga bandbredden för den normala kommunikationen.

5

I traditionella tidsstyrda system ägnas stor uppmärksamhet åt att en fysisk referens-klocka (masterklocka) existerar i systemet och på hur alla klockor referensställs till denna. Se exempelvis i den tidigare refererade standarden ISO 11898-4. Med den föreslagna uppfinningen kan detta problem förenklas högst påtagligt. Den virtuella klockan existerar inte fysiskt, men den lokala fysiska klockan i respektive nod kan relationsställas till den virtuella på mångahanda sätt. I sin enklaste form görs detta genom att bara utnyttja den alltid internt existerande klockan i CAN Controllern som används för bitkodifiering enligt Non-Return-to-Zero-konceptet. Om man exempelvis bestämmer att den virtuella klockan är noll när meddelande A1 i modul A sänds så kan detta användas som referens till modul B genom att instruera denna till att sända sitt meddelande B1 när meddelande A1 mottagits. B1 kan användas som referens till den virtuella klockan för modul C, o.s.v. På så sätt kan moduler utan speciell klockfunktion integreras i systemet. En modul D med en primitiv klocka kan på så sätt också integreras i systemet genom att beordra den att sända meddelande D1 50 ms efter den mottagit A1 och sända D2 10 ms efter B2 etc. Det inses att modulscheman på så sätt enkelt kan skapas i moduler som inte är konstruerade för tidsstyrda system och att en omfattande redundans kan byggas in. Modulen A kan vara relaterad till en reell klocka med hög noggrannhet, exempelvis GPS och hela systemet kan på så sätt hållas inom små toleranser. Det inses också att man kan bygga system med en hierarki av virtuella klockor och att komplexa system kan byggas upp som principiellt är tidsstyrda men där många, och i extremfall alla, moduler i systemet i realiteten saknar fysiska modulklockor. De virtuella klockorna är hjälpmedel för systembyggaren att bygga upp kommunikationen enligt principer för tidsstyrda system och därmed få sitt system att uppfylla hårda realtidskrav. Det reella schemat byggs upp genom att programmera respektive modul att sända sina meddelanden i lämplig relation till det virtuella schemat. Som framgår av exemplen finns det många sätt att åstadkomma detta genom att utnyttja egenskaper hos CAN som ursprungligen utvecklades för att lösa andra problem.

KVASER

Intersected

1-2-17

1970-1971

9

En detaljerad beskrivning av uppfinningen i enlighet med nedanstående visar hur bussförbindelsen utnyttjas effektivare och hur lägre krav ställs på klockfunktionen i respektive modul, alternativt hur den helt ersätts genom att utnyttja ett eller flera tidigare meddelanden som utlösningshändelse för transmissionsförsök.

En för närvarande föreslagen utföringsform av en anordning som uppvisar de för uppfinnningen signifikativa kännetecknen skall beskrivas i nedanstående under samtidig hänvisning till bifogade ritningar där

figur 1 visar schematiskt ett CAN-system med noderna A och B samt ytterligare noder C, D och Z samt en traditionell schemaläggning av några meddelanden från A och B.

15 figur 2 visar tidsluckor i ett virtuellt schema med tillhörande virtuell klocka
 samt hur modulerna placerar in sina meddelanden enligt sina reella
 klockor.

20 figur 3 visar ett traditionellt system arbetande med TTP och ett motsvarande system arbetande med uppfinningen,

25 figur 4 visar ett virtuellt schema, genomgående för alla följande exempel, reellt schema i respektive modul samt resulterande reellt schema på bussen för samtliga moduler vid schemaläggning enligt traditionella principer. Vidare visas resulterande reella scheman med användande av uppfinningen utan förändring och en jämförelse av de båda metoderna.

30 figur 5 visar motsvarande reella scheman med förändring och en störd buss med omsändning av meddelande i jämförelse med en ostörd buss enligt den traditionella lösningen,

KVASER

Ink. i Föret. och reg.verket

10

7. 1. 02- 17

figur 6 visar motsvarande reella schema vid en mycket störd buss med omsändning av meddelande i jämförelse med en ostörd buss enligt den traditionella lösningen, och

- 5 figur 7 visar motsvarande reella scheman där ett meddelande relationsställts till den virtuella klockan och där övriga meddelanden är indirekt relationsställda till den virtuella klockan genom att respektive meddelanden är utlösningshändelse för ett eller flera andra meddelanden.

10

- I figur 1 visas schematiskt ett nätverk med modulerna A och B anslutna till en fåtrådig seriell förbindelse 1. Nätverket kan innehålla ytterligare anslutna moduler vilket markerats med C, D och Z. Varje modul kan sända och ta emot meddelanden. Sändningen av meddelanden är tidschemalagd. Denna schemaläggning är symboliserad med 2 där 3 visar hur meddelanden uppenbarar sig på den fåtrådiga förbindelsen, konsekutivt i tiden. Tiden är indelad i tidsluckor och startpunkten för respektive lucka är angiven med 4, 5, 6, 7 och 8. Enligt traditionell schemaläggning tilldelas nu varje modul mindre luckor. Modul A får 5A till 6A för meddelande A1 och 7A till 8A för meddelandet A2. På samma sätt får modul B 4B till 5B för B1 och 6B till 7B för B2. Nu går klockorna i A och B inte lika varför meddelandena A1, B1, A2 och B2 i verkligheten kommer inom de nominella luckorna 4-5-6-7-8 men inte enligt den tilldelade luckan. I figuren går klockan i A efter klockan i B varför glappet mellan A1 och B1 blir större än mellan A1 och B2. Vid schemaläggningen måste man lägga in buffertzoner 5B-5A, 6A-6B, etc. mellan meddelandena för att dessa inte skall kollidera på grund av modulklockornas relativa avvikelser. I det ovan beskrivna exemplet enligt traditionellt tänkande, så utgör man från verklig rätt tid och schemalägger med buffertzoner för att kompensera lokala avvikelser från rätt tid.

- Figur 2 visar nu det nya tänkesättet. Schemaläggningen sker mot en virtuell klocka. I det virtuella schemat 22 läggs nu meddelandena A1, B1, C1, A2, B2, C2, etc. in vid önskade tidpunkter. I figuren 2 har meddelandena lagts tätt packade för tydlighets skull. Tidpunkterna för avsändning av respektive meddelande överförs till respektive modul. Lokalt får då varje modul ett reellt schema för sina meddelanden: A får för

KVASER

11

- meddelande A1 och A2, B för B1 och B2 samt C för C1 och C2. Varje modul har en reell klocka som är relationsställd till den virtuella klockan, 21A, 21B, resp. 21C till vilken de relaterar sina scheman. Nu råkar klockan 21A sammanfalla med den virtuella klockan och meddelandet A1 kommer ut i rätt tid. Klockan i B går före och försöker sända innan sändningen av A1 är fullbordad. Kollisionsdetekteringen i CAN medför att B1 automatiskt hålls inne tills A1 är klart och kommer då direkt ut. Trots att klockan 21B går fel kommer meddelandet ut rätt enligt det virtuella schemat. På samma sätt kommer meddelandena A2 och B2 ut korrekt. Klockan 21C går efter så det bildas ett glapp mellan B2 och C1. Detta skulle kunnat förhindras om de reella lokala schemana hade tidigarelagts i förhållande till det virtuella schemat, dvs. att man medvetet schemalagt för kollision. I traditionellt tänkande ligger schemat still i tiden medan meddelandena jittrar (hoppas fram och tillbaka) i detta. Med det nya tänkandet så kommer hela det verkliga schemat att jittra i tiden.
- Figur 3 visar schematiskt ett system 31 med protokollet TTP/C samt ett lika schematiskt uppritat system 32 enligt uppfinningen med protokollet CAN. TTPsystemet har modulema 31', 31'' och 31''' vilka är anslutna till bussen. Vardera modulen har en sedvanlig applikation med därför erforderlig hårdvara, symboliserad med HA och kommunikationen mellan dessa sker genom kommunikationsenheterna 33', 33'' och 33'''. Dessa kommunikationsenheter är speciellt gjorda för TTP och innehåller en protokollprocessor med tillhörande ROMdata, symboliserade med PP samt två Bus Guardian betecknad BG (endast en är utritad). Varje PP och PG har en klocka, symboliserad med C. Beskrivningen av TTP är kraftigt förenklad, men det väsentliga för jämförelsen mellan TTP och ett system enligt uppfinningen är förekomsten och placeringen av klockor. TTP bygger på att rätt tid upprätthålls. Därför har PP och BG var sina klockor PP sköter sändandet och mottagandet av meddelanden enligt ett tidsschema. BG har en mindre del av detta schema, nämligen vid vilka tidpunkter modulen äger rätt att sända. Endast vid dessa tider kan PP fysiskt sända signaler på bussen. Vid övriga tidpunkter blockerar BG denna möjlighet. Tidsschemat görs upp av en systemkonstruktör utanför systemet och detta nedladdas till systemet med hjälp av ett verktyg, symboliserat med enheten V. TTP kräver de speciella kommunikationsenheterna vilka ger en gemensam tid i systemet och kontroll av att meddelanden sänds vid rätta tidpunkter och att meddelandekollision undviks. I

KVASER

KVA-2002-01-01

12-17-02

12

KVA-2002-01-01

- kontrast till detta visas systemet 32 enligt uppfinningen. Varje modul har också här en applikation med hårdvara, H', H'' och H'''. Kommunikationen sker enligt CANprotokollet och standardkretsar för detta används i modulerna 32'' och 32'''. Modulen 32' antages ha en CAN controller speciellt utvecklad för system enligt uppfinningen med en integrerad klocka. Modulen 32'' har en klocka som handhas av applikationen, medan 32''' helt saknar klocka. I likhet med TTP gör en systemkonstruktör en schemaläggning för systemet, men denna bryts ner och anpassas till varje modul som får ett lokalt schema. Dessa lokala scheman kan vara helt väsensskilda sins emellan, men sammantagna bildar de ett väl koordinerat schema för systemet. De lokala schemana laddas ner till respektive modul från en systemgemensam enhet symboliserad med VV. Denna kan vara temporärt eller fast ansluten till systemet, alternativt ingå som en modul i systemet som även har andra uppgifter än schemaläggning av meddelanden.
- I figur 4 visas schematiskt ett virtuellt schema med 41. Detta är skapat med en virtuell klock 42 som genererar en löpande tideräkning varmed tidsluckorna T1, T2, T3, T4, T5, osv. definieras. I dessa tidsluckor har inlagts önskad sändning av meddelandena A1, B1, C1, A2 och B2 som skall sändas från respektive moduler A, B och C i systemet. Meddelandena upptar inte hela tidsluckor eftersom den virtuella tiden tolkas en reell klocka i respektive modul. Dessa avviker sinsemellan från den virtuella tiden. Varje modul kommer att ha ett reellt schema för sändning av sina meddelanden, vilket visas med 43, och dessa scheman kommer att avvika från varandra på grund av klockornas avvikelse gentemot den virtuella klockan. I 43 visas att klockan i modulen A går före med beloppet dA men lika fort som den virtuella. Klockan i modulen B går efter med beloppet dB och lika fort som den virtuella klockan. Klockan i modulen C går helt rätt i starten men något för fort varför avvikelsen successivt ökar vilket indikeras med dC och dC'. Varje modul sänder efter sitt reella schema och det resulterande reella schemat för systemet som helhet som uppkommer på bussen visas med 44. Här ser man att luckor av varierande storlek mellan meddelanden och därmed ett dåligt utnyttjande av bandbredden. Meddelandena B1 och C1 kolliderar nästan och kommer att göra så vid nästa tillfälle om inte deras klockor justeras gentemot den virtuella klockan dessförinnan. Om modulklockorna håller tiden dåligt måste de ofta synkroniseras om via synkronisationsmeddelanden, vilket stjäl bandbredd. Denna

KVASER

12/17/02 17:42:18

12/17/02 17:42:18

12/17/02 17:42:18

13

bandbreddsförlust kan minskas om modulerna förses med mera precisa klockor vilket gör modulen dyrare.

För att undanröja kravet på noggranna klockor utnyttjas CAN-egenskapen att oförstörande lösa kollisioner av meddelanden samt att medvetet tidigarelägga sändningen i modulschemana. Detta visas i 45. Här har respektive meddelande schemalagts att sändas nästan 50 % in i den föregående tidsluckan enligt det virtuella schemat. Modulen A påbörjar sin sändning ännu tidigare eftersom dess klocka går före. I denna tidslucka pågår sändandet av meddelande Z och meddelandet A1 kommer inte ut på bussen förrän detta är avslutat. I det visade exemplet händer detta samtidigt som A1 kom ut på bussen i exemplet 44. Modulen B försöker sända sitt meddelande nästan 50 % in i tidsluckan T1 men eftersom dess klocka går efter så är meddelande A1 redan färdigsänt och det uppstår en liten tidslucka mellan A1 och B1. På samma sätt sänder C ut C1 och på grund av klockavvikelseernas relativa inverkan kommer C1 ut på bussen direkt vid sändningsförsöket. A2 kommer ut strax därefter medan det blir en större lucka till B2.

I båda exemplen har vi använt samma virtuella schema som utgångspunkt. Med den traditionella metoden har högsta möjliga bandbredd utnyttjats. Med den nya metoden har stora marginaler skapats och meddelandena sänts snabbare.

I figur 5 har samma virtuella schema som tidigare använts och visas med 41'. Exemplet 51 visar att automatisk omsändning kan utnyttjas. Det antas att meddelandet A1 i exemplet 45 blivit stört strax innan det avslutades och att det sänds om. Det korrekta meddelandet kommer ut direkt efter det korrupta meddelandet A1'. (Här bortses från av uppfinningen ej direkt beörda detaljer i CAN-protokollets felhantering som error frames, etc. för vilket endast krävs en för fackmannen enkel tidsanalys vid schemaläggningen vilket inte påverkar den principiella diskussionen och resultatet i stort.) Modulen B påbörjar sin sändning enligt schema med förtändning, men eftersom A1 redan då påbörjats, så kommer B1 ut på bussen direkt efter A1 oberoende av deras inbördes prioritet. På samma sätt kommer direkt efter B1 C1 och därefter A2. En jämförelse med det traditionella, maximalt utnyttjade schemat visar att trots omsändningen av A1, så kommer B2 ut tidigare med hjälp av uppfinningen. Både

KVASER

14

bättre utnyttjande av bandbredden samt kortare maximal fördröjning av meddelanden har uppnåtts.

Figur 6 visar samma fall som i figur 4, men där A1 blir omsänt två gånger och att detta leder till ett temporärt 100 % bussutnyttjande, men att trots detta B2 kommer ut måttligt försenat. I detta exempel har det ansetts att B1 inte tål försening, så det har givits en högre prioritet än A1. Efter två misslyckanden av nästan kompletta A1 meddelanden kommer B1 ut med en liten försening varefter det korrekta A1 kommer ut följt av C1 och A2.

10

Figur 7 visar hur en tidsschemalagd kommunikation kan upprättas med moduler utan klocka. Här är modulen A koordinerad med den virtuella klockan och modulerna B och C via meddelandena A1 och A2. Vidare visas hur redundans uppnås genom att ett meddelande triggar flera meddelanden.

15

Exemplet 71 visar i princip samma virtuella schemaläggande som tidigare. I detta fall har hänsyn tagits till att det sker en viss fördröjning efter det att ett meddelande mottagits korrekt av en modul tills att detta utlöser en sändning av ett meddelande av modulen ifråga. Här är meddelandet A1 relationsställt till den virtuella klockan. I modulen B är meddelandet B1 satt att sändas när A1 är mottaget och i modulen C är meddelandet C1 satt att sändas när B1 är mottaget. I modulen A är A2 satt att sändas när C1 är mottaget. Som framgår av figuren kommer här meddelandena ut på bussen bättre synkroniserade än vid användande av traditionell metod visad med 44''. Det inses lätt att metoden har en nackdel i och med att ett uteblivet meddelande kan stoppa all vidare sändning. För att överkomma detta problem tilldelas varje meddelande två eller flera meddelanden som triggar sändning. Detta visas i exemplet 72. Här har A1 satts att trigga såväl B1 som C1, B1 att trigga C1 och A2, C1 att trigga A2 och B2, A2 att trigga B2 och C2 samt B2 att trigga A3 och C3. Nu fallerar A1 att trigga B1 men eftersom den också triggar C1, så kommer detta ut istället för B1. Hela schemat förskjuts härmed ett steg åt vänster. Detta gör dock ingenting eftersom varje meddelande har unik identitet.

30

KVASER

15

2002-12-17

Ovanstående exempel visar att man med uppfinningen inte bara erhåller ett bättre utnyttjande av bussens bandbredd och användandet av enklare klockor utan också att kommunikationen kan byggas upp feltolerant med helt predikterbara maximala fördröjningar och att dessa kan optimeras efter systemets realtidskrav genom lämpligt val av identifierare och prioriteter, maximalt antal tillåtna omsändningar, val av noggrannhet hos klockor i respektive modul, val av relationsställning till den virtuella klockan för respektive modul och meddelande, etc. samt att ge speciella regler för moduler hur kommunikationen skall ske. Sammantaget ger dessa regler ett förutsägbart uppträdande på bussen av varje meddelande. Skulle någon modul bryta mot någon given regel upptäcks detta lätt av en eller flera systemövervakande moduler och kommunikationen bryter inte samman. Systemövervakande noder kan alltid få ut korrigering kommandomeddelanden, exempelvis enligt CanKingdom, genom att dessa meddelanden åsätts högre prioritet än övriga meddelanden. Traditionella metoder som "bus guardians" använda vid traditionella tidsstyrda system kan utan hinder användas om så anses påkallat.

I vissa fall kan det inte tolereras att meddelanden sänds en eller flera tidsluckor tidigare än schemalagt. Det tidigare beskrivna fallet när en förskjutning uppkommer på grund av en nod inte sänder sitt meddelande kan undvikas genom att en eller flera moduler schemaläggs att sända ett dummymeddelande med lägre prioritet. Om dessa finner att de inte kommer ut på bussen under tidsluckans första halva på grund av att denna är upptagen avbryts sändningsförsöket.

ISO 11898-4 är en standard för schemaläggning av meddelanden på en CAN-buss. Standarden beskriver två nivåer för klockfunktionen, Level 1 och Level 2. Level 1 kännetecknas av att det totala tidsschemat är uppbyggt av kortare delschema som inleds med att tidssynkronisationsmeddelanden sänds från en tidsmaster. För att säkerställa att systemet inte fallerar på grund av att tidsmastern fallerar, så finns ett komplext regelverk som medger att en eller flera reservtidsmastrar kan ta över på ett säkert sätt. Vidare finns i standarden ett komplext regelverk för hur de lokala klockorna skall synkroniseras till tidsmastern och hur respektive modul skall kunna avgöra om den är synkroniserad eller ej. All tidsmätning i Level 1 är relaterad bithastigheten på bussen. Med den beskrivna uppfinningen kan ett system byggas upp med mycket

KVASER

Teknisk dokumentation

7-12-17

16

Förordning om förordning

- enkla medel för att erhålla ett helt motsvarande meddelandeuppträdande på bussen utan att modulerna har speciella klockfunktioner som synkroniseras till speciella tidsmastrar. Detta kan göras genom att den virtuella klockan relationsställs till ett eller flera meddelanden via en utvald händelse, exempelvis indikering av ett läge på en
- 5 motors svänghjul. När en eller flera moduler indikerar detta läge, så utlöser detta sändning av ett speciellt meddelande. Om detta meddelande är identiskt lika för alla moduler som sänder detta, kommer det att uppfattas som att uppfattas som det egna av alla moduler som får ut det inom första biten, Start Of Frame. Om avvikelsen är större än en bitlängd, kommer meddelandet att läggas på kö i respektive förlorande modul.
- 10 En lokal timeout avbryter sändningsförsöket efter en tid understigande en meddelandelängd efter indikeringen. Ett alternativ till detta är att lägga första meddelandet i schemat efter startmeddelandet på en högre prioritet än detta. De startmeddelanden som ligger på kö kommer då att förlora i arbitreringen vilket gör det möjligt att låta applikationen i respektive modul avbryta sändningsförsöket efter mottagande av
- 15 startmeddelandet. Följande meddelanden kan sedan schemaläggas med startmeddelandet som referens till en lokal klocka som startas vid startmeddelandets mottagande eller med användande av något senare meddelande i schemat som klockreferens eller med användande av ett eller flera föregående meddelanden i schemat som direkt utlöser sändningsförsök på förut beskrivet sätt.
- 20
- Genom uppfinningen lyfts problemet med schemaläggningen från att följa bestämda regler som kräver att alla moduler är synkroniserade till en given tidsmaster i systemet eller till en given regeluppsättning gällande för samtliga moduler för erhållandet av en för systemet gemensam tideräkning till en planerad virtuell schemaläggning som
- 25 omsätts i praktiken med lokala regler i varje modul som samordnas i en för systemet unik konstruktionsprocess. Härigenom kan systemets egenskaper optimeras både ur kostnads- och egenskapshänseende genom att bland annat eliminera den tidigare grundläggande regeln att meddelanden inte får kollidera på bussen i tidsschemalagda system. Vidare kan klocklösa moduler integreras i system baserade tidschemalagd
- 30 kommunikation.

Många tidsstyrda kommunikationssystem förlitar sig på en utvald flank i bitströmmen på bussen för synkronisationen av de lokala klockorna inom systemet. CAN använder

KVASER

Ink. t. Patent och reg.verket

17

2002-12-17

Huvudmannen Kvaser

sig av fallande flanker för hård och mjuk synkronisation av de klockor som används för synkronisationen av tiden för att tolka de enskilda bitarna i bitströmmen på bussen. Den första flanken, SOF, är ofta föreslagen att användas för klockor för andra ändamål, exempelvis för schemaläggning av meddelanden. Emellertid, för att skilja denna fallande flank från en fallande flank pga. en störning, så indikeras SOF först vid 5 samplingpunkten. ISO 11898-4 (TTCAN) använder sig av denna fördröjda indikering av SOF för att enkelt skilja falska flanker från äkta. En nackdel med denna metod är att avståndet mellan flanken och samplingpunkten kan vara olika i olika moduler inom systemet vilket leder till en inexact synkronisation av klockorna. Denna kan dock enkelt korrigeras på lokal nivå om man för klockarnas synkronisation refererar 10 till flanken och inte till samplingpunkten eftersom denna lokala avvikelse är känd i respektive nod.

För uppfinningen är det däremot en fördel att använda samplingpunkten som referens. 15 Då kan man enkelt integrera moduler som är utvecklade för händelsestyrda CANSystem i tidsstyrda sådana. När meddelandet två tidsluckor före är korrekt mottaget sätts sändningstriggern att aktiveras vid nästa SOF. När SOF i meddelandet i föregående tidslucka detekteras, så aktiveras CANcontrollern för sändning. Eftersom meddelandet då redan passerat arbitreringsmöjligheten, så kommer det att sändas 20 omedelbart efter föregående meddelande avslutats oberoende av meddelandets prioritet. På så sätt kan en klocklös modul relationsställas till en virtuell klocka och ett virtuellt schema med hög precision.

Det inses enkelt att om metoden ovan kombineras med lämpliga val av prioriteter, så 25 kan flera meddelanden ha ett och samma triggermeddelande samt att varje meddelande kan ha flera triggermeddelanden och att meddelandena under normala förhållanden kommer ut i rättan tid. Om något meddelande inte kommer att sändas, exempelvis på grund av ett modulfel, så kommer ändå alla andra meddelanden ut, dock en tidslucka förskjutet.

30 Ett alternativ till att använda samplingpunkten som referens är att använda den fallande flanken i RTRbiten efter CANidentifieraren. Den indikeras av alla CAN

KVASER

18

Controllern för softsynkronisation och är därmed lika exakt som SOF men har fördelen att vara säkert identifierad.

Figur 8 visar schematiskt hur uppbyggnaden av ett system enligt uppfinningen kan vara utförd. En systemkonstruktör 80 konstruerar ett styrsystem 81 att användas i en produkt, exempelvis en båt 82. I exemplet består systemet av en båtstyrenhet 83 vilken kommunicerar via en buss 84 med tre stycken motorer med tillhörande hjälporgan för kursstyrning, höjning och sänkning av rigg, logger, etc. 85, 85' och 85''. Styrelektroniken för båtstyrenheten 83 visas med 86 och för respektive motor med 87, 87' och 87''. Systemkonstruktören bygger upp systemet i ett datorbaserat verktyg 88 vilket kan vara av en typ enligt PCT/SE97/00581 och PCT/SE02/02161. Förutom ett urval av egenskaper som anges i refererade dokument har verktyget också en del 89 för schemaläggning enligt uppfinningen. I ett första steg utvecklar systemkonstruktören ett eller flera virtuella scheman 90 baserat på en eller flera virtuella klockor 91 för systemet såsom tidigare beskrivits. Verktyget omarbetar det virtuella schemat till ett eller flera lokala reella scheman för respektive modul vilket indikeras med 92, 93, 94 och 95. Väsentligt för uppfinningen är att schemat är kopplat till rätt val av identifierare och deras kopplingar till varandra samt deras prioritet vid kollision på bussen varför detta markerats speciellt med 92', 93', 94' och 95'. Verktyget kan lämpligen även beräkna information för för inställningar, programkoder, etc. för respektive modul, vilket indikeras med 96, enligt lämpligt regelverk 96', exempelvis CanKingdom, indikerat som informationssamverkan i1. Resultatet av denna beräkning leder till en informationssamverkan mellan systemverktyget och konfigureringsverktyget, indikerat med i1'. Den så skapade och bearbetade informationen i2 överförs till ett konfigureringsverktyg 97 via förbindelsen 98 som kan väljas på lämpligt sätt, exempelvis via en diskett, filöverföring i digitalt nätverk, etc. Informationen kan förutom att konfigurera systemet användas för senare analys av detsamma och konfigureringsverktyget kan med fördel kombineras med ett analysverktyg som bland annat kan jämföra det virtuella schemat med det verkliga som uppkommer på bussen under systemets arbete. Konfigureringsverktyget ansluts till systemets buss via förbindelsen 99 och anslutningsdonen 99' och erforderlig information 100 för lokala scheman, inställningar, etc., utväxlas mellan modulerna

KVASER

12/17/02 14:42:18

12/17/02 14:42:18

19

12/17/02 14:42:18

och verktyget. Den virtuella schemafunktionen kan även effektuera direkt information i3 till konfigurationsverktyget 97 för erforderlig bearbetning..

- 5 101 visar schematiskt ingående funktioner i respektive modul. Modulen ansluts till bussen via ett anslutningsdon 101 som kan vara ett kontaktdon eller en trådlös anslutning, för att överföra bussignalerna i4 till och från modulen. Signalerna passerar signalanpassningsorgan 102, exempelvis en CANtranseiver, vilken i sin tur är ansluten till en protokollkrets 103, exempelvis en CAN Controller. Denna står i
- 10 förbindelse med en cpu 104 med för modulfunktionen erforderlig kringutrustning och applikationsmjukvara 105. Vidare har modulen åtminstone mjukvara 107 som kan relationsställa mottagna meddelanden 108 på bussen med meddelanden 109 som skall sändas. Modulen har en reell klocka 110 som är relationsställd till åtminstone en flank på meddelandesignaler på bussen, exempelvis den fallande flanken 111 på Start of
- 15 Frame i ett CANmeddelande. I sin enklaste form utgörs klockan 101 av den i en CAN Controller ingående klockan för bitsynkronisering och -tolkning. Modulen kan vara anordnad att handha tidsstyrda organ symboliserat med enheten 112 och de ut- och ingående signalanslutningarna 113. Styrningarna i5 kan vara relaterade till klockan 110 och/eller en klocka 114 med annan tidsbas, exempelvis en tidsbas som varierar
- 20 med motorvarvtal. Modulen kan också vara anordnad att handha händelsestyrda eller händelsestyrande organ symboliserat med enheten 115 och de ut- och ingående signalanslutningarna 116. Signaler i6 från händelser eller utlösande av händelser samordnas med det tidsrelaterad signalerna i5 och med det reella schemat (de reella schemana) i modulen och med meddelandenas identitet av arrangemangen 117 och
- 25 118. Aktiviteter i modulen utlöser sändning av meddelande 119 på bussen enligt det reella schemat vilket kolliderar med meddelandet 108. Om kollisionen sker i Start of Frame, så kommer modulens meddelande, om det har högre prioritet än 108, att uppenbara sig på bussen istället för meddelandet 108. Sändaren av meddelande 108 kommer att ta emot 119 och sedan ånyo påbörja sändning av 108. Om 108 har högst
- 30 prioritet, kommer modulen att vänta tills 108 är mottaget och sedan sända 119. Om SoF redan är mottaget, så väntar modulen med att sända 119 tills 108 är mottaget. Informations- eller signalöverföringen eller -utväxlingen mellan det virtuella schemat och systemverktyget är symboliserad(-e) med i7. Det virtuella och/eller reella schemat kan anses förflytta sig eller anpassa sig fram och tillbaka i beroende av

KVASER

Patent och register

20

2002-12-17

13.000.000.000

meddelandenas förekomster och variationer på förbindelsen eller bussen. Tidsschemalagda meddelanden i modulerna är anordnade enligt regeln att under normala förhållanden kollidera med meddelanden under sändning från annan eller andra moduler på bussen.

5

Uppfinningen är inte begränsad till den i ovanstående angivna utföringsformen utan kan underkastas modifikationer inom ramen för efterföljande patentkrav och uppfinningstanken.

10 PATENTKRAV

1. Företrädesvis i ett CAN-system ingående anordning för att åstadkomma effektivisering av utnyttjandet av tillgänglig bandbredd på systemets bussförbindelse mellan, från och/eller till i systemet ingående moduler och/eller minskning av noggrannhetskrav på i systemet utnyttjade klockfunktioner, varvid systemet arbetar med en på bussförbindelsen företagen kommunikation som arbetar enligt i systemet uppställda regler och utgör en kombination av händelse- och tidsstyrda kommunikationsfunktioner, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda funktioner tillsammans med en regel eller regeländring i den tidsstyrda kommunikationsfunktionen är anordnade att åstadkomma nämnda effektivisering och/eller minskning, vilken regel eller regeländring är anordnad att föranleda medveten kollision mellan på bussförbindelsen uppträdande meddelanden.

2. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att ett använt virtuellt tidsschema är anordnat att ange att varje meddelande, åtminstone de som förekommer under normala driftsförhållanden, är tilldelat en tidpunkt enligt en virtuell klocka där sändningen av meddelandet vid ideala förhållanden skall påbörjas, att varje modul är tilldelningsbart ett reellt schema, relaterat till en reell klocka i modulen, för sändning av meddelandet, att tidpunkten för sändning är anordnad att tidigare än den i det virtuella schemat tilldelade tidpunkten och att de reella klockorna i modulerna är relationsställda till den virtuella klockan.

KVASER

21

3. Anordning enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att i de olika noderna är anordnade att basera sin tid relativt den virtuella klockan på olika referenser i systemet.
- 5 4. Anordning enligt patentkravet 1, 2, eller 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att de olika noderna är anordnade att synkroniseras på olika sätt, att varje nod relationsställer tidpunkten för sändning och mottagning av meddelanden inom en given tolerans i förhållande till den virtuella klockan och den del av det virtuella schemat som berör respektive nod, att sändningsförsöken är anordnade att påbörjas när bussen är fri, att
10 luckor uppkommer i kommunikationen och att sändningen i föregående tidslucka uppkommer och en i systemet ingående kollisionsdetekteringsmekanism åstadkommer att meddelandet går iväg så snart som det är möjligt, varvid högsta möjliga bandbreddsutnyttjande möjliggöres.
- 15 5. Anordning enligt patentkravet 2, 3 eller 4, k ä n n e t e c k n a d därav, att det reella schemat är anordnat att oscillera (jittera) beroende på hur lång förhandsinitiering ("förändring") som är angiven, meddelandenas längd, de lokala klockornas avvikelse från den virtuella tidpunkten för sändning som t.ex. inträffar vid halva föregående tidslucka enligt det virtuella schemat, och att maximal avvikelse mellan den virtuella
20 klockan och sändande respektive mottagande modulers klockor är mindre än halva tidsluckan .
- 25 6. Anordning enligt patentkravet 5, k ä n n e t e c k n a d därav, att mottagande modul är anordnad att tolka eller fastställa ett meddelande som påbörjas inom föregående tidslucka enligt det virtuella schemat och avslutas inom aktuell tidslucka är tillhörigt aktuell tidslucka, att genom utnyttjande av införd tolerans på det reella schemat istället för på meddelandets uppträdande inom schemat åstadkommes ett effektivare utnyttjande av tillgänglig bandbredd med bibehållande av tidsschemalagda systems fördel av att meddelandets identitet kan avgöras med var det uppträder i schemat, och
30 att vid användandet av CAN förhandsinitieringen ("förtändningen") minskas med åtminstone en bittid för att säkerställa att en i systemet ingående arbitreringsfunktionen inte träder i kraft vid kollision .

KVASER

Inkassering

22

2002-12-17

Kvarn

7. Anordning enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, att varje meddelande är försett med en unik identitet, varvid en redundans i kommunikationen som kan utnyttjas för effektiviseringen och/eller minskningen uppkommer.
- 5 8. Anordning enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, att meddelanden är anordnade sändningsbart i tidsluckor på ömse sidor om den tilldelade tidsluckan, vilket sker genom tillåtande av en större avvikelse från den virtuella klockan än en halv tidslucka och att meddelanden är anordnade att byta plats, vilket möjliggöres genom att de är anordnade med en identitet och att berörd modul, 10 dess mottagare, sorterar ut det rätta meddelandet, vilket möjliggöres av att antalet möjligheter är på förhand begränsade och att erforderlig bandbredd på förhand är säkerställd.
9. Anordning enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, 15 att längden på respektive tidslucka är reducerbar även vid hanteringen av stuffbitar och att marginalen för tidsluckornas längd är minskningsbar med 12% gentemot krav på längder på tidsluckorna på grund av stuffbitarna om 24%.
10. Anordning enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, 20 att genom att låta det reella tidschemat variera, utnyttja oförstörande kollisionsdetektering med direkt sändning efter kollisionens upphörande samt att använda unik identitet på varje meddelande och att dessutom utnyttja CAN-egenskapen att varje identitet är förknippad med en unik prioritet och att ett stort meddelande omedelbart omsändes i förhållande till sin prioritet, erhålles effektiviseringen respektive minskningen, att genom att tillåta den automatiska omsändningen och samordna tilldelad 25 tidslucka med meddelandets prioritet, skräddarsys kommunikationens egenskaper efter totalsystemets krav, och att om föregående meddelande har högre prioritet än nästkommande, kommer det föregående meddelandet direkt ut på bussen vid omsändning.
- 30 11. Anordning enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, att förlorande meddelande tävlar med efterföljande meddelande på samma sätt, att om alla följande meddelanden har fallande prioritet, kommer omsändning att medföra att

KVASER

KÄNNETECKNAD

23

2002-12-17

Meddelandets innehåll

följande meddelanden skiftas en tidslucka, att om det efterföljande meddelandet har högre prioritet än det störda, kommer det störda meddelandet inte ut på bussförbindelsen förrän det möter ett meddelande med lägre prioritet eller att bussförbindelsen blir fri och att på så sätt erhålles ett väsentligen 100% bussförbindelseutnyttjande medelst en kort och väl predikterbar väntetid för varje meddelande.

12. Anordning enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, att genom att anordna systemet så att det tillåter meddelanden att skifta position i det virtuella schemat inom givna gränser, möjliggöres att alarmmeddelanden sänds icke schemalagt, trots att den väsentligaste delen av den tillgängliga bandbredden för den normala kommunikationen utnyttjas.

13. Anordning enligt något av patentkraven 1-12, k ä n n e t e c k n a d därav, att vid användande av protokoll, t.ex. CAN, där varje meddelande har en i systemet unik prioritet och omsändning sker av meddelande som blivit stört.

14. Anordning enligt något av patentkraven 1-13, k ä n n e t e c k n a d därav, att vid användande av protokoll där varje meddelande har en i systemet unik prioritet, exempelvis CAN, prioriteten väljes stigande med stigande sändningstid för att omöjliggöra omedelbar omsändning av meddelande som blivit stört.

15. Anordning enligt något av patentkraven 1-14, k ä n n e t e c k n a d därav, att systemet innefattar en hierarki av virtuella klockor, och att även om systemet är komplext eller omfattande och är i grunden tidsstyrt, en eller flera, även i ett extremfall samtliga, moduler är anordnade utan fysisk respektive fysiska klockor.

16. Anordning enligt något av patentkraven 1-15, k ä n n e t e c k n a d därav, att det reella schemat är uppbyggt genom att respektive modul är programmerad att sända sina meddelanden i relation till det virtuella schemat.

17. Anordning enligt något av patentkraven 1-16, k ä n n e t e c k n a d därav, att egenskaper i CAN-systemet är användbara för att möjliggöra andra funktionseffektue-

KVASER

24

Inventering och registrering

12/17/02 17

Inventering och registrering

ringar än dem som är möjliga med den kända tekniken eller det eller de kända systemen.

18. Anordning enligt något av patentkraven 1-17, k ä n n e t e c k n a d därav, att
5 den är anordnad att arbeta med en lucktilldelning och/eller lucklängd som varierar i beroende av modulens händelse eller funktion, och att t.ex. vid överföring av kritiska värden överföringen sker tätare eller oftare med tätare eller oftare uppträdande tidluckor än i fallet då överföring sker av mindre eller okritiska värden, och/eller att överföringsintervallet blir förändrat vid uppträdande ändring av värdet.
- 10 19. Anordning enligt något av patentkraven 1-18, k ä n n e t e c k n a d därav, att den arbetar med en kombination av händelse- och tidsstyrningar.
- 15 20. Anordning enligt något av patentkraven 1-19, k ä n n e t e c k n a d därav, att den är anordnad att med sina tillhandahållna fördelar huvudsakligen åstadkomma prestandahöjning för systemet.
- 20 21. Anordning enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d därav, att det virtuella och/eller det reella schemat flyttar eller anpassar sig (fram och tillbaka) i beroende av meddelandes förekomster och förekomster och variationer på förbindelsen/bussen.

12/17/02 17

KVASER

25
2002-12-17
Kvaser

SAMMADRAG

- 5 I ett CAN-system ingår en anordning för att åstadkomma effektivisering av utnyttjandet av tillgänglig bandbredd på systemets bussförbindelse mellan, från och/eller till i systemet ingående moduler och/eller minskning av noggrannhetskrav på i systemet utnyttjade klockfunktioner. Systemet arbetar med en på bussförbindelsen företagen kommunikation som arbetar enligt i systemet uppställda regler och utgör en
- 10 kombination av händelse- och tidsstyrda kommunikationsfunktioner. Nämda funktioner är tillsammans med en regeländring i den tidsstyrda kommunikationsfunktionen anordnade att åstadkomma nämnda effektivisering och/eller minskning. Regeländringen är anordnad att föranleda medveten kollision mellan på bussförbindelsen uppträdande meddelanden. Bandbreddsutnyttjandet,
- 15 klockfunktionen samt systemets allmänna uppbyggnad och funktion kan på så sätt förenklas efter ställda krav.

KVASER

Fig. 1 Patent- och registrerings-

byrå nr 1998:0127

1/8

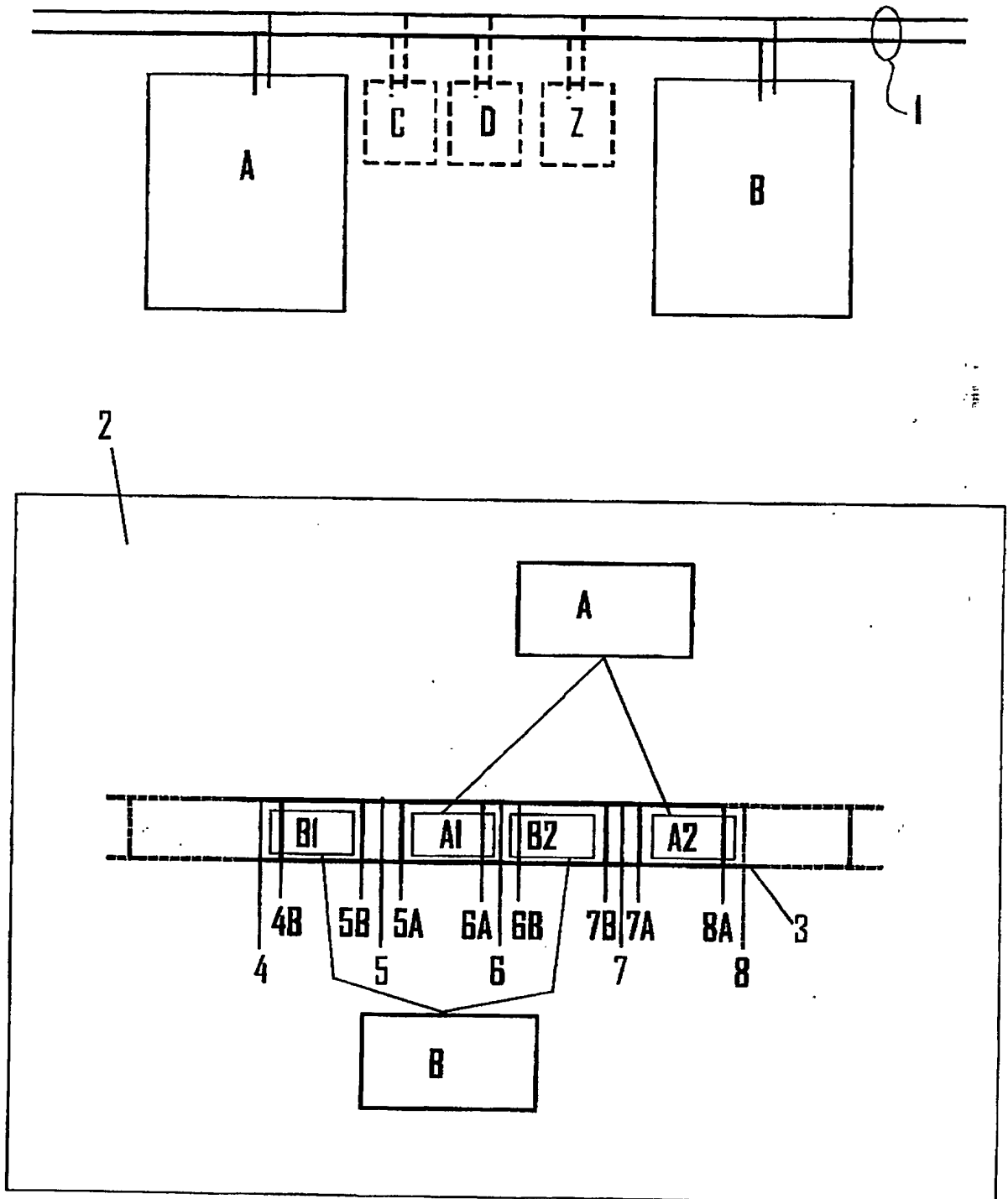


Fig. 1

KVASER

2/8

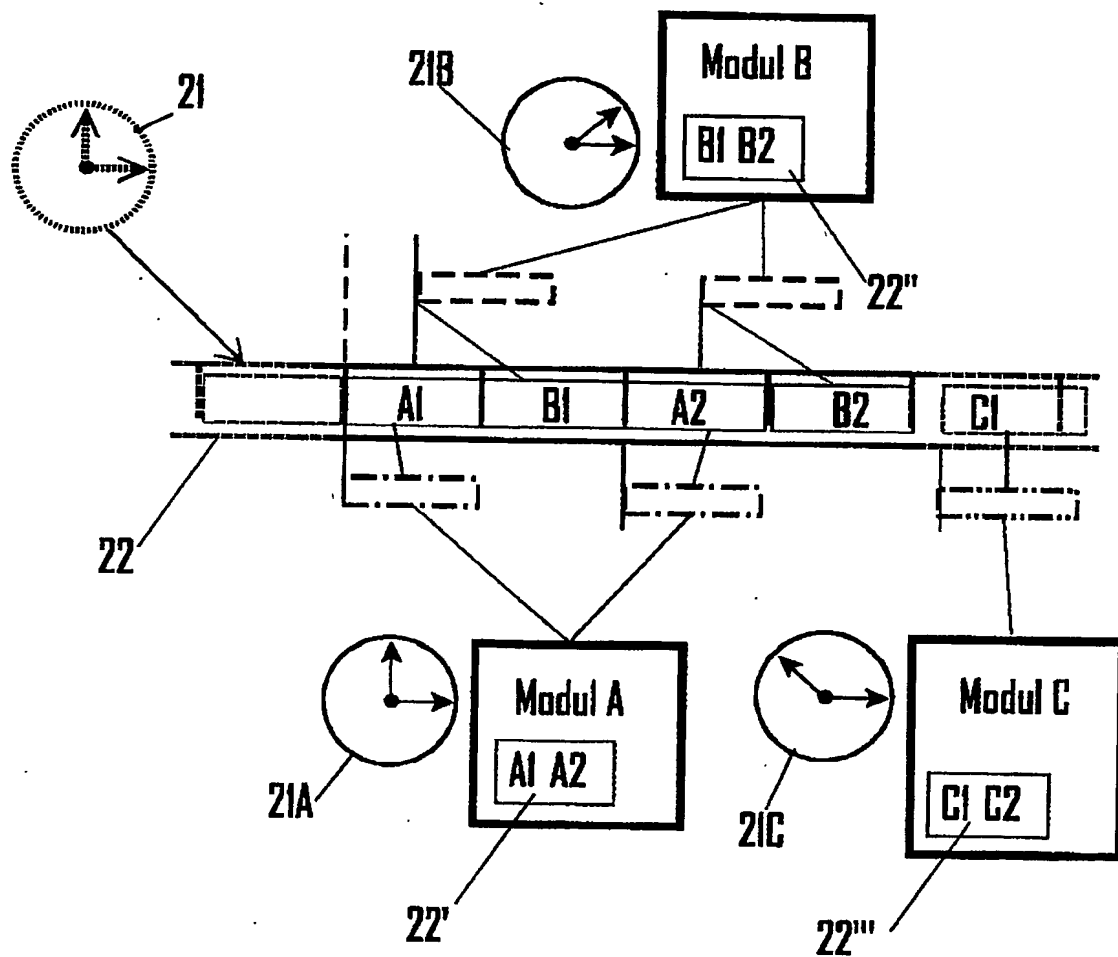


Fig. 2

KVASER

Electronics

12/17/02

12/17/02

3/8

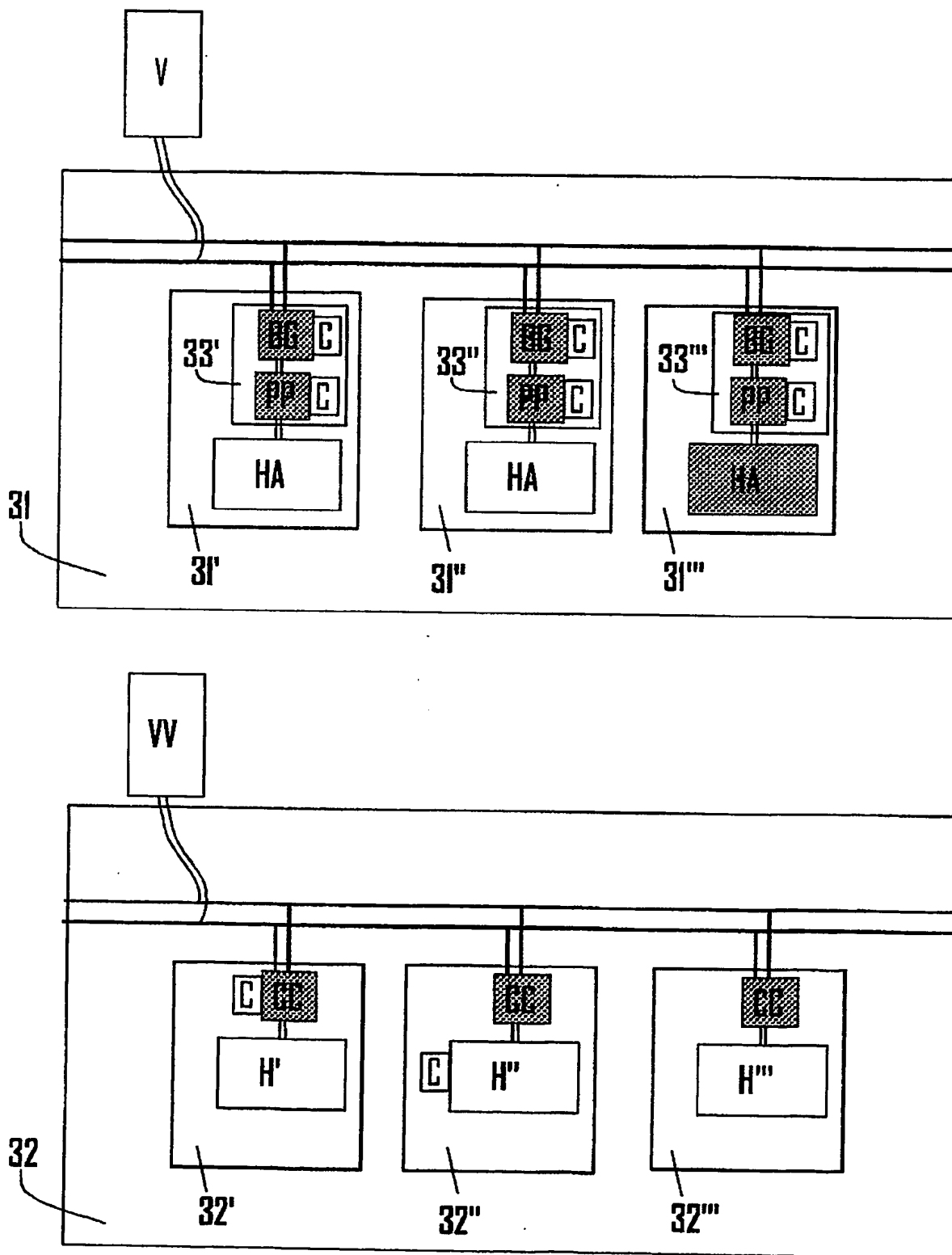


Fig. 3

KVASER

Elektronik och regulatorik

1998-12-17

Elektronik och regulatorik

4/8

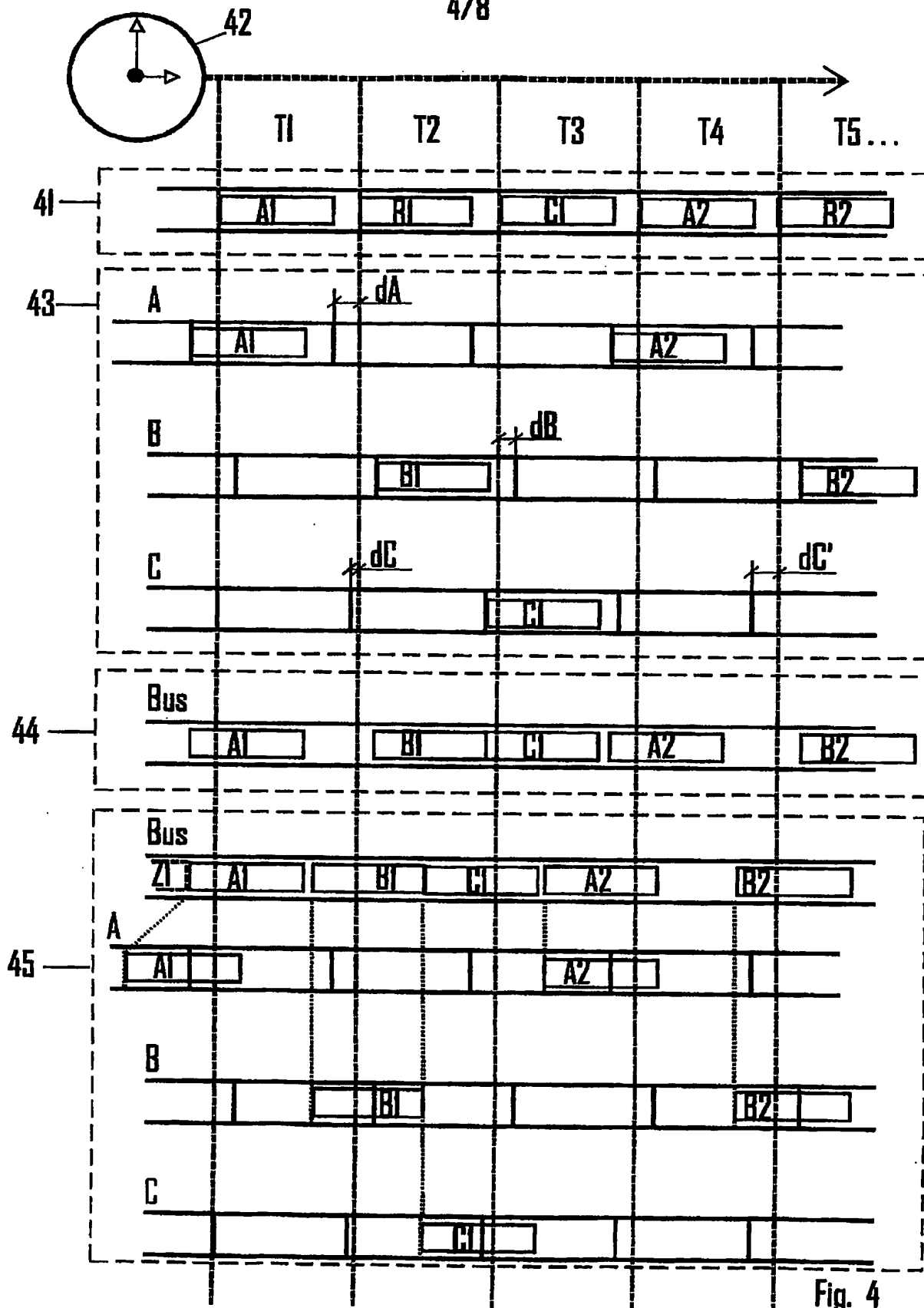


Fig. 4

KVASER

5/8

Elektriska Kvarteret

1997-12-17

Stadens tekniska nämnden

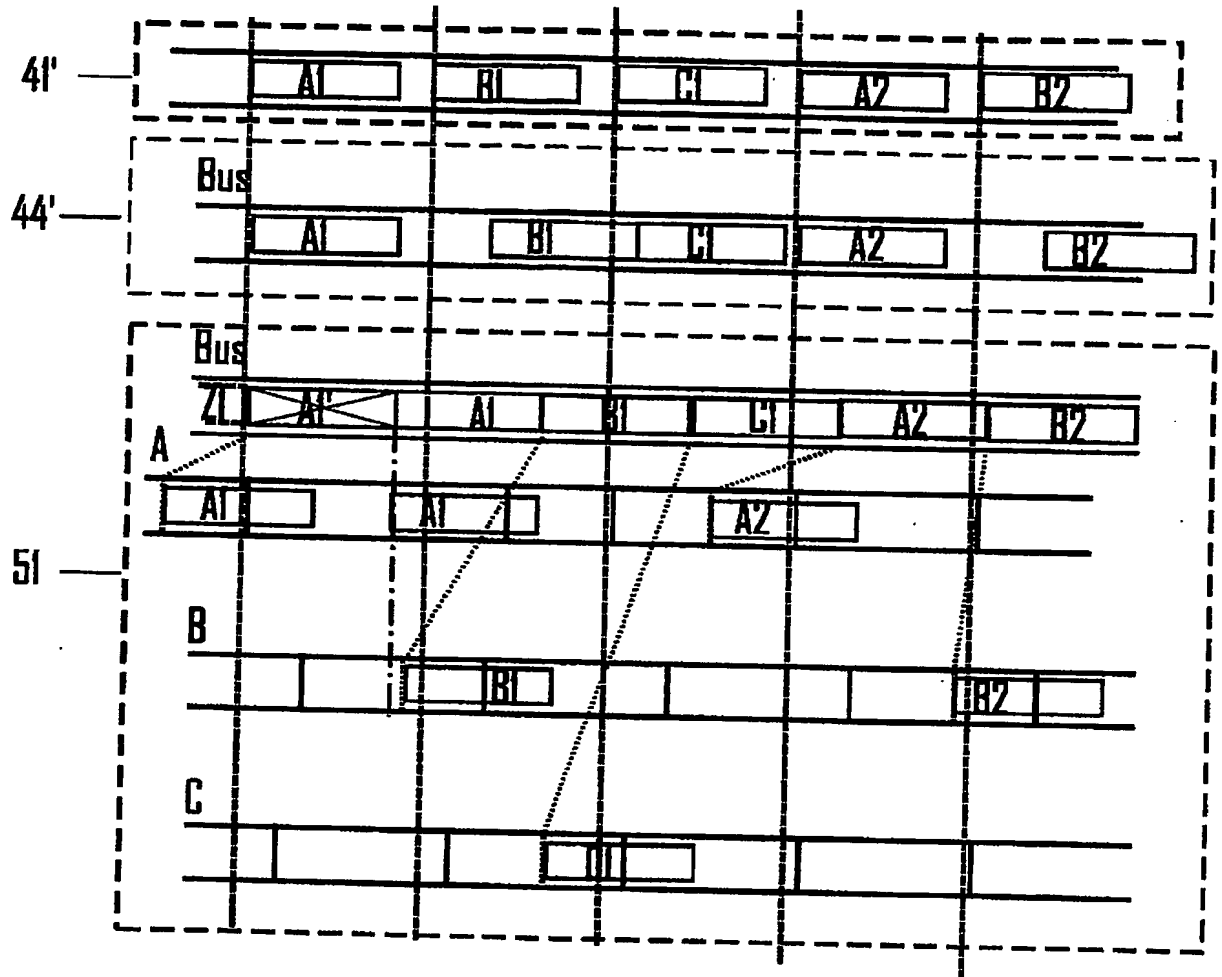


Fig. 5

KVASER

6/8

EX-100-10-17

2002-10-17

PRV PRV+46 (320) 15284

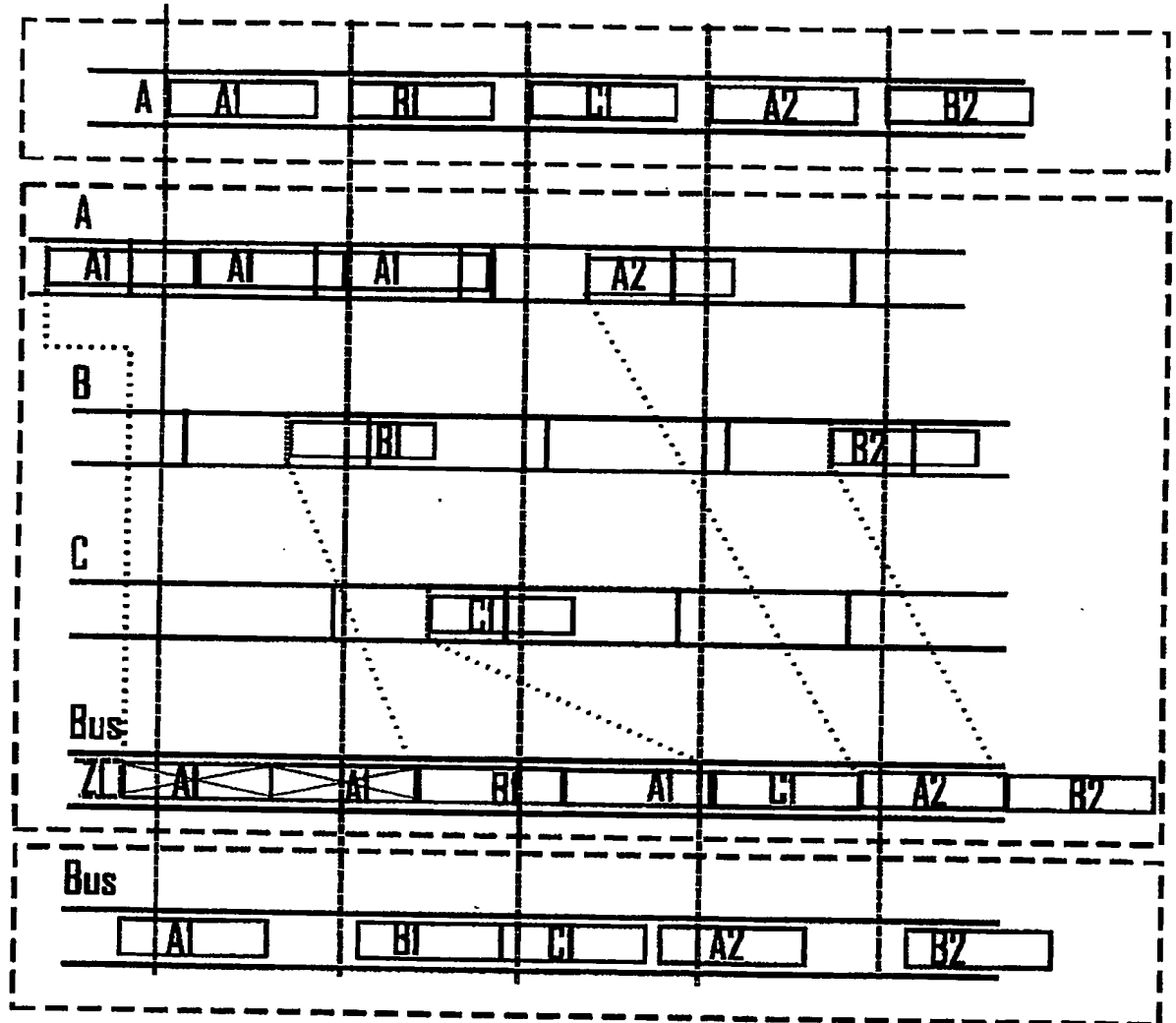


Fig. 6

KVASER

7/8

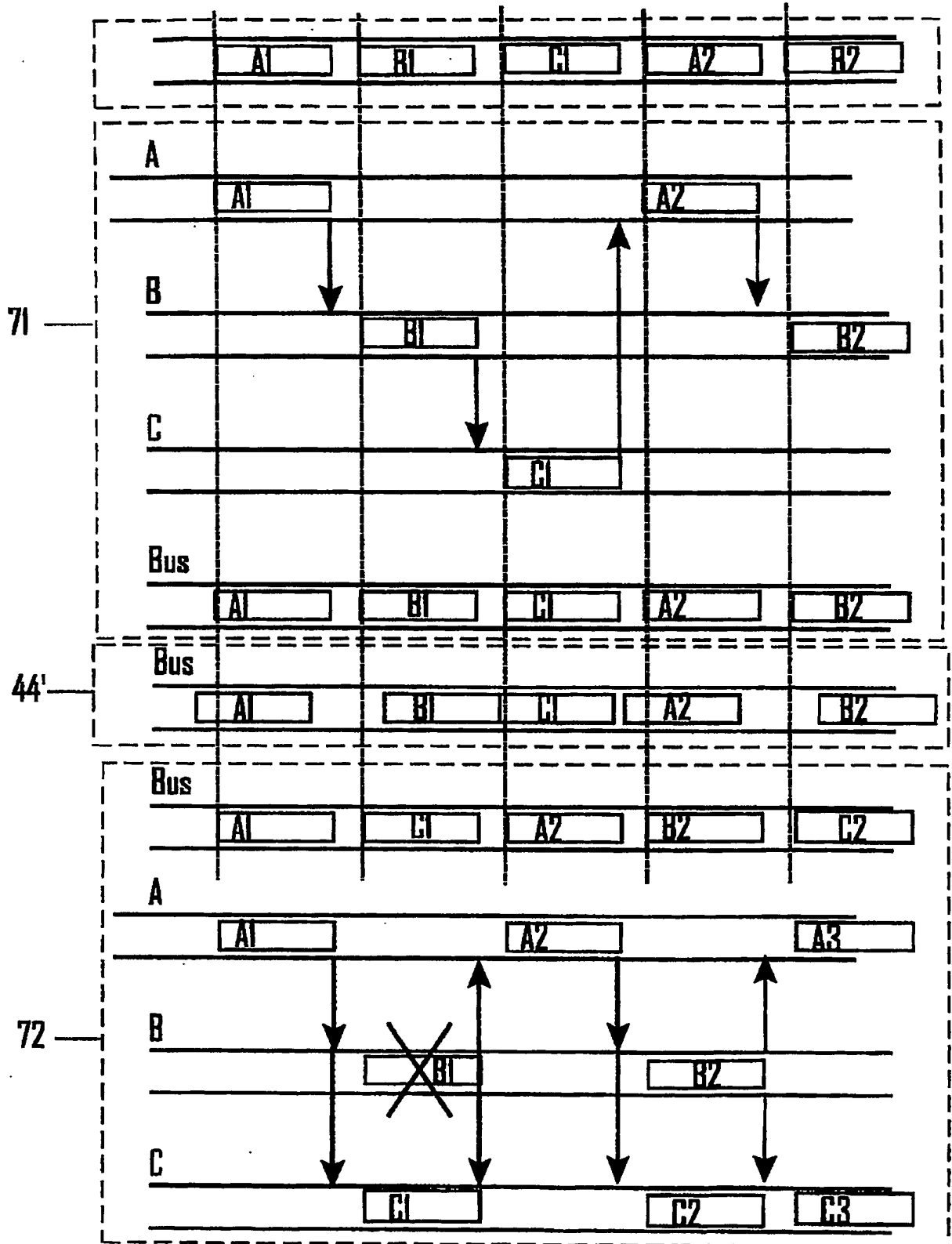


Fig. 7

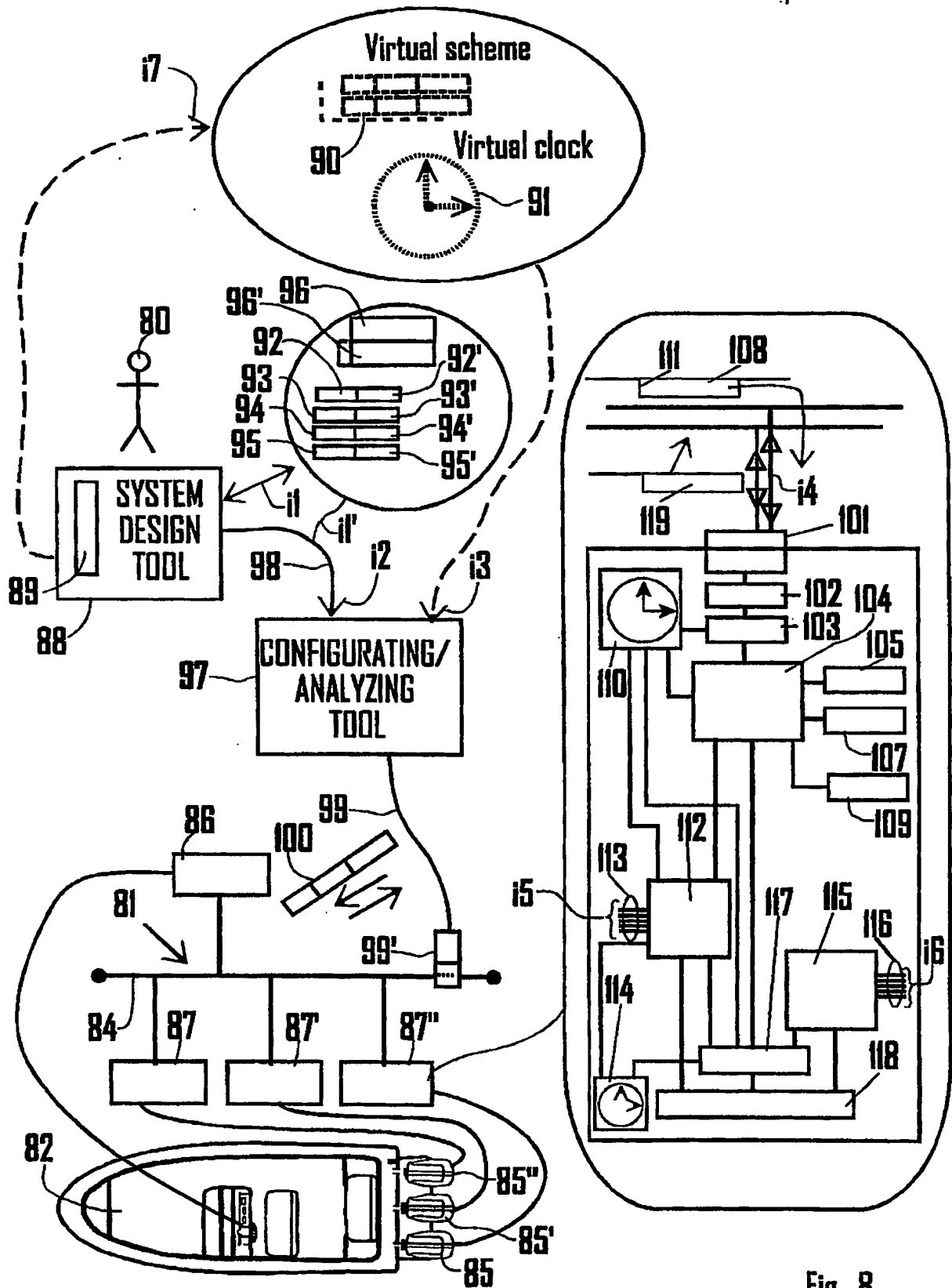
KVASER

Highly Confidential

- 10 - 37

May 1964

8/8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.